

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-147649

(43)公開日 平成7年(1995)6月6日

(51) Int. Cl. ⁶
H04N 5/232
5/21

識別記号

厅内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 9 OL (全13頁)

(21)出願番号 特願平5-293527

(22)出願日 平成5年(1993)11月24日

(71)出願人 390018588

山田 吉郎

東京都豊島区要町 1-2-12-403

(72)発明者 山田 吉郎

東京都豊島区要町1-2-12-403

(72) 究明者 斎藤 幹男

東京都品川区南大井5-26-12 株式会社
テクノ・テクノス内

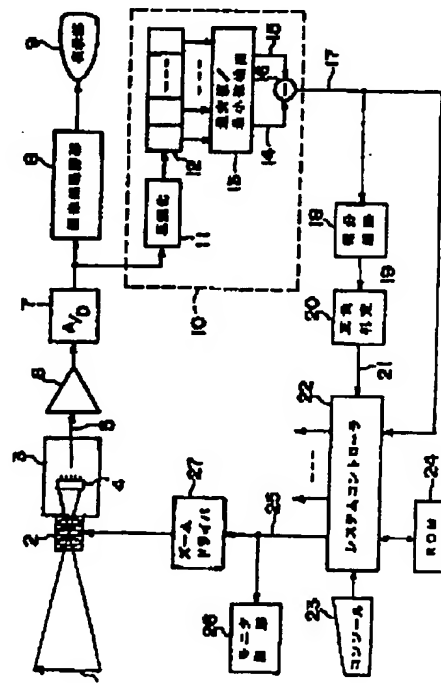
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【目的】解像度を犠牲にすることなくモアレ妨害を効果的に除去することができる撮像装置を提供する。

【構成】周期的パターンを含む対象物 1 を撮像して画像信号 5 を出力する撮像素子 4 と、対象物 1 の像を撮像素子 4 に結像するためのズームレンズ 2 と、画像信号 5 からモアレ量を検出するモアレ量検出回路 10 と、ズームレンズ 2 の倍率を設定すると共に、モアレ量検出回路 10 により検出されたモアレ量が設定値以下となるようにズームレンズ 2 の倍率を微調整するために設けられた微分回路 18、正負判定回路 20、システムコントローラ 22、ROM 24 からなる結像倍率制御系を有する撮像装置。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】周期的パターンを含む対象物を撮像して画像信号を出力する撮像素子と、
前記撮像素子から出力される画像信号を処理する画像処理手段と、
前記対象物に含まれる前記周期的パターンのピッチに応じて前記撮像素子に対する前記対象物の結像倍率を設定する結像倍率設定手段とを具備することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】周期的パターンを含む対象物を撮像して画像信号を出力する撮像素子と、
前記撮像素子から出力される画像信号を処理する画像処理手段と、
前記撮像素子に対する前記対象物の結像倍率を設定する結像倍率設定手段と、
前記画像信号からモアレ量を検出するモアレ量検出手段と、
前記モアレ量検出手段により検出されたモアレ量が設定値以下となるように前記結像倍率設定手段により設定された結像倍率を調整する結像倍率調整手段とを具備することを特徴とする撮像装置。

【請求項3】前記撮像素子の入射光路に配置されたズームレンズの倍率調整、前記対象物と撮像素子との間の距離調整、前記撮像素子の入射光路に挿入される撮像レンズの選択の少なくとも一つの操作により前記結像倍率を可変する結像倍率可変機構を有することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項4】前記結像倍率設定手段は、前記対象物の種別と該対象物に含まれる周期的パターンのピッチとの関係を記憶した記憶手段を有し、この記憶手段から読み出したピッチの情報に基づいて前記結像倍率を設定することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項5】前記結像倍率設定手段は、前記結像倍率調整手段による結像倍率の調整により前記モアレ量検出手段により検出されたモアレ量が設定値以下とならない場合に前記結像倍率を再設定することを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項6】前記モアレ量検出手段は、前記画像信号の所定区間内の最大値と最小値との差を求めることにより前記モアレ量を検出することを特徴とする請求項2に記載の撮像装置。

【請求項7】前記画像処理手段は、前記対象物中の欠陥部分を抽出する処理を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項8】前記対象物に含まれる周期的パターンのピッチの縦横比に応じて前記撮像素子の走査速度および該撮像素子に対する該対象物の移送速度の少なくとも一方を制御することにより、前記撮像素子に結像される像の1画素当たりの縦横比を変化させる縦横比補正手段を有することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装

置。

【請求項9】前記対象物に含まれる周期的パターンのピッチの縦横比に応じて前記撮像素子に結像される像の1画素当たりの縦横比を光学的に変化させる縦横比補正手段を有することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は撮像装置に係り、特に繊維、シャドウマスクおよび液晶パネルなどの周期的パターンを持つ対象物の欠陥を検査する欠陥検査装置や、周期的パターンが含まれる画像を撮像するテレビジョンカメラ（TVカメラ）に適用される撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】衣服、バッグ類や靴およびコンベアなどに使用される繊維は織機によって製造され、格子状、すだれ状の縞のような様な周期的パターンを持っている。しかし、実際には材料の均質性や加工条件あるいは製造中の汚れなどにより、繊維には種々の欠陥がある程度生じることは避けられない。このような繊維中の欠陥検査は、従来目視で行われてきた。

【0003】一方、他の周期的パターンを有する製品としては、カラーCRTに使用されるシャドウマスクや、液晶ディスプレイに使用される液晶パネルなどがある。シャドウマスクは、カラーCRTの色選別機構として用いられ、合金の板に各色の電子ビームを通過させるための多数の微細な開孔を周期的に配列して構成される。液晶パネルは、多数の画素をマトリックス状に配列して構成される。これらシャドウマスク、液晶パネルのような製品においても、製造工程において種々の欠陥が生じる。

【0004】近年、このような周期的パターンを持つ対象物をCCDイメージセンサのような固体撮像素子を用いたカメラにより撮像し、得られた画像信号を処理して欠陥検査を自動的に行う欠陥検査装置が開発されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】対象物が繊維の場合を例にとると、穴開き、焦げ跡など比較的コントラストの大きい欠陥の検査は従来の欠陥検査装置で比較的容易に行うことができるが、繊維特有の微細な欠陥の検査を行うことは難しい。すなわち、微細な欠陥を検査できるように撮像素子の画素ピッチを小さくして精度を上げてゆくと、画素の大きさと対象物が持つ周期的パターンの格子の大きさとが近くなってモアレが生じる。このようなモアレがあると対象物中の欠陥を見出すことが困難となり、検査に支障を来す。

【0006】一方、TVカメラ、特に放送などの業務用TVカメラや、一般コンシューマ用の高画質ビデオカメラ、HDTV（高精細テレビジョン）カメラにおいて

も、対象物に衣服のストライプなど細かい周期的パターンが含まれている場合は同様にモアレ妨害が生じる。

【0007】モアレ妨害を避けるために、従来より撮像素子の入射光路に光学的ローパスフィルタを挿入し、空間周波数の高い成分をカットする方法が知られている。しかし、この方法は解像度の低下という問題がある。すなわち、光学的ローパスフィルタを挿入すると、空間周波数の高い微細情報が犠牲になるため、前述のような微細な欠陥を検査するための高精度欠陥検査装置には適用できない。TVカメラの場合は、解像度の低下による画質劣化を招いてしまう。

【0008】従って、本発明は解像度を犠牲にすることなくモアレ妨害を効果的に除去することができる、欠陥検査装置やTVカメラに適した撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る撮像装置は、周期的パターンを含む対象物を撮像して画像信号を出力する撮像素子と、この撮像素子から出力される画像信号を処理する画像処理手段と、対象物に含まれる周期的パターンのピッチに応じて撮像素子に対する対象物の結像倍率を設定する結像倍率設定手段とを具備することを特徴とする。

【0010】また、本発明に係る撮像装置は上記構成に加えて、撮像素子に対する対象物の結像倍率を設定する結像倍率設定手段と、前記画像信号からモアレ量を検出するモアレ量検出手段と、このモアレ量検出手段により検出されたモアレ量が設定値以下となるように結像倍率設定手段により設定された結像倍率を調整する結像倍率調整手段とをさらに具備することを特徴とする。

【0011】

【作用】一般に、撮像素子は複数の画素を所定ピッチで一次元または二次元に配列して構成される。このような撮像素子により周期的パターンを有する対象物を撮像した場合、この撮像素子の画素ピッチと撮像素子上に結像される周期的パターンのピッチとが近い場合にモアレが発生する。画素ピッチが撮像素子に結像される周期的パターンのピッチの整数倍の関係になったとき、原理的にモアレは零となる。また、特に画素ピッチが撮像素子に結像される周期的パターンのピッチの2倍の関係のとき、モアレを生じない範囲で最も解像度が高くなる。

【0012】撮像素子の画素ピッチを変えることはできないが、撮像素子に結像される周期的パターンのピッチは撮像素子に対する対象物の結像倍率を変えることにより変えることができる。

【0013】この点に着目して、本発明では対象物上の周期的パターンのピッチに応じて結像倍率を適切に設定することによりモアレを低減する。この場合、モアレを完全に零にする必要はなく、人間の目の検知限以下にすれば十分であるから、正確に画素ピッチが撮像素子に結

像される周期的パターンのピッチの整数倍の関係となる必要はなく、その近傍でも十分にモアレが低減される。また、例えば繊維のように周期的パターンのピッチにばらつきのある対象物の場合、結像倍率を一定にしたのでは対象物上の全ての位置でモアレが低減されるとは限らない。このことは、放送用などのTVカメラのように自然画像を対象とする撮像装置の場合も同様である。さらに、シャドウマスクや液晶パネルのような周期的パターンのピッチが正確に一樣な対象物であっても、撮像素子に対象物の像を結像する光学系のレンズの歪の影響により、撮像素子に結像された状態では周期的パターンのピッチにむらが生じることもある。

【0014】そこで、本発明では撮像素子より出力される画像信号からモアレ量を検出し、結像倍率の基本的な設定に加えて、検出されたモアレ量が所定値以下、例えば検知限以下となるように結像倍率を調整する手段を備えることによって、対象物上のどの領域についてもモアレを低減することが可能となる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1に、本発明の一実施例に係る撮像装置の概略構成図を示す。図1において、周期的パターンが含まれた対象物1は、欠陥検査装置の場合は例えば繊維、シャドウマスク、液晶パネルその他の検査対象物であり、放送用などのTVカメラにおいては、主として自然画像である。この対象物1の像は、結像倍率可変機構であるズームレンズ2を介してカメラ部3内の撮像素子4に結像される。ズームレンズ2は、周知のような複数の光学レンズを組み合わせた倍率可変のレンズ系であり、後述する電動モータを用いたズームドライバ27により駆動されることによって倍率が変化し、それにより撮像素子4に対する対象物1の結像倍率を変化させる。このように電動により倍率が制御されるズームレンズは、パワーズームとも呼ばれる。撮像素子4は、例えば一次元あるいは2次元のCCD（電荷結合素子）イメージセンサなどの固体撮像素子であり、結像された対象物の像に応じた電気信号（画像信号）5を出力する。

【0016】撮像素子4から出力された画像信号5は、アンプ6により増幅された後、A/D変換器7に入力され、例えば1画素当たり8ビット、すなわち256段階の階調を持ったデジタルデータ（以下、画像信号データという）に変換される。この画像信号データは画像処理部8に入力され、ここで所定の処理が施された後、CRTディスプレイや液晶ディスプレイなどの表示部9に供給され、画像として表示される。

【0017】A/D変換器7から出力される画像信号データは、モアレ量検出回路10にも入力される。このモアレ量検出回路10は、撮像素子4から出力される画像信号5に含まれているモアレ成分の量を検出するものであり、この例ではA/D変換器7からの画像信号データ

を正規化する正規化回路11、正規化された画像信号データの連続する複数画素分のデータを蓄える複数段のシフトレジスタ12、シフトレジスタ11の複数の出力のうちの最大値および最小値を検出する最大値/最小値検出回路13、および最大値/最小値検出回路13から得られる最大値14と最小値15との差を求める減算器16からなる。こうして得られるモアレ量検出回路10の出力17は、後述するように撮像素子11から出力される画像信号5に含まれるモアレ量を示す。以下、このモアレ量検出回路10の出力17をモアレ量信号という。

【0018】モアレ量検出回路10から出力されるモアレ量信号17は、微分回路18に入力される。微分回路18は、ズームレンズ2の結像倍率を微小量変化させたときのモアレ量信号17の変化の傾き、すなわち微分値19を求めるものであり、例えばデジタル差分器によって構成される。

【0019】微分回路18の出力（微分値）19は、正負判定回路20に入力される。正負判定回路20は微分値19の正負を0を含めて判定する回路であり、その判定結果21はモアレ量信号17とともにシステムコントローラ22に入力される。

【0020】システムコントローラ22は、モアレ量検出回路10から出力されるモアレ量信号17、正負判定回路20の判定結果21、コンソール23およびROM（読み出し専用メモリ）24からの信号に基づいて撮像装置の各部を制御する回路である。ここで、システムコントローラ22が行う各種の制御のうち、本発明において特徴的な制御は、ズームドライバ27に対する制御である。

【0021】コンソール23は、対象物1が欠陥検査の検査対象物である場合、オペレータがその対象物の種別を指定することにより、その種別を示す種別情報をシステムコントローラ22に送る。種別情報は、例えば検査対象物が繊維の場合は繊維の種類などを示す情報であり、検査対象物がカラーCRTのシャドウマスクの場合はCRTの画面サイズ（14インチ、21インチ、29インチ等）、画面の縦横比（4:3、6:19など）および高精細用かどうかなどを示す情報、また検査対象物が液晶パネルの場合はパネルサイズおよび画素数などである。さらに、オペレータはコンソール23を通して対象物1に対する撮像素子4の視野サイズを指定することができる。この指定を行うと、視野サイズの情報がシステムコントローラ19に入力される。

【0022】検査対象物に含まれる周期的パターンの基本的なピッチは、検査対象物の種別によって種々異なった値を持っている。そこで、検査対象物の種別とその検査対象物に含まれる周期的パターンの基本的なピッチとの関係を予めおき、その関係をROM24にテーブルとして格納しておく。コンソール23から種別情報を入力すると、システムコントローラ22はその種別情報に

対応した周期的パターンのピッチの情報をROM24から読み出し、このピッチの情報とコンソール23から入力される視野サイズの情報に基づいて、ズームドライバ27に結像倍率制御信号25を送る。ズームドライバ27は、この結像倍率制御信号25に基づいてズームレンズ2の倍率を対象物1の種別に応じて設定することにより、撮像素子4に対する対象物1の結像倍率を設定する。

【0023】システムコントローラ22は、さらに結像倍率の設定後、正負判定回路20からの正負判定結果21およびモアレ量検出回路10からのモアレ量信号17に基づいて、モアレ量が設定値（検知限）以下となるように、結像倍率制御信号25を僅かに増減することで、上記のようにして設定された結像倍率を微調整する。この結像倍率の微調整の具体的なアルゴリズムについては、後述する。

【0024】さらに、本実施例ではモニタ回路26が設けられている。このモニタ回路26は、結像倍率制御信号25がズームレンズ2に対して異常な倍率を指示するような値となったとき、警報を発してオペレータに報知するものである。

【0025】なお、図1におけるモアレ量検出回路10、微分回路18、正負判定回路20およびシステムコントローラ22の部分の処理はソフトウェアにより実行することも可能であり、その場合は図2に示すような構成とする。図2において、図1のA/D変換器7から出力される画像信号データは画像メモリ31に一旦格納され、バス32を介してCPU33に取り込まれる。CPU33は、ROM34に格納されたプログラムに従って、図1のモアレ量検出回路10、微分回路18、正負判定回路20およびシステムコントローラ22が行う処理に相当した処理をソフトウェア処理として実行する。RAM35は、演算途中の結果を一時格納するための作業用メモリである。画像メモリ31のアクセスは、図示しないDMAコントローラを用いてCPU33を介さずに行うことも可能である。

【0026】一方、図1の画像処理回路は欠陥検査装置の場合、図3に示すように構成される。図3において、図1のA/D変換器7からの画像信号データは二分岐され、一方は第1の積算処理回路41に、他方は遅延回路42を介して第2の積算処理回路43にそれぞれ入力される。積算処理回路41は入力された画像信号データの連続する複数（N）画素分（例えばN=100）のデータを積算する。遅延回路42は、入力された画像信号を例えばN画素分シフトすることにより遅延を行い、第2の積算処理回路43はこの遅延回路42から出力される画像信号について第1の積算処理回路41と同様にN画素分のデータを積算する。すなわち、積算回路41、43はN画素分だけずれたN画素分についてそれぞれ積算を行う。これらの積算処理回路41、43の積算結果は

相関演算回路44に入力され、両者の相関値、例えば差または比が求められる。

【0027】このような積算処理回路41、43と遅延回路42および相関演算回路44による自己相関処理によって、対象物1の欠陥部分が強調された画像データが得られる。そこで、相関演算回路44から出力される画像データについて閾値処理回路45によって適当な閾値を用いて判定を行うことにより、欠陥部分のデータを抽出することができる。

【0028】一方、放送用などのTVカメラの場合は、10 画像処理回路8はA/D変換器7から出力される画像信号をNTSC、PALあるいはHDTVなどの所望のTV方式で定められたフォーマットの信号に変換する処理を行う。

【0029】次に、本実施例の撮像装置の動作を説明す

$$V = Z_m \{ 1 - (2S_x / P^1) \}$$

ここで、 Z_m は最大明度値、つまり画素52内が全て白の場合の画像信号5の画素値であり、A/D変換器7の出力(8ビットデータ)で“256”に相当する。また、 S_x は画素52内に存在する黒升の総面積、 P^1 は 20

$$D = V / Z_m = 1 - (2S_x / P^1)$$

このDを以下デビエーション値という。図6は、画素ピッチPをC、2C、3C、4C、5C、6Cと種々変化させ、それぞれの画素ピッチPの場合について図4または図5に矢印で示すように画素52をパターン51に対して相対的にx方向に少しずつ移動させた場合のデビエーション値Dを求めたものである。図6において、Xは図4、図5におけるパターン51上の画素52の左上端の位置を示している。なお、画素52のx方向の移動は、図1の撮像素子4の主走査に相当する。

【0032】この図6から明らかなように、 $P=C$ 、3C、5Cの場合(特性61、63、64)、すなわち画素ピッチPが黒升の一辺の長さCの奇数倍の場合は、Dが画素52のx方向への移動とともに大きく変動する。この変動が画面上でモアレとなる。これに対して、 $P=2C$ 、4C、6Cの場合(特性62、64、66)、すなわち画素ピッチPが黒升の一辺の長さCの偶数倍(周期的パターンのピッチ2Cの整数倍)場合は、Dは画素52の移動によらず一定となり、モアレは生じない。

【0033】図7は、図6においてモアレが最も生じやすい $X=C$ の場合について、画素ピッチPの変化に対するデビエーション値Dの変化を示したものである。以上のシミュレーション結果から、撮像素子4に結像される対象物1の周期的パターンのピッチ2Cに対して、撮像素子4の画素ピッチPを整数倍に設定することにより、モアレが除去されることが分かる。但し、モアレが生じていても人間の視覚で検知されない程度であれば問題はないので、実際には周期的パターンのピッチ2Cに対する撮像素子4の画素ピッチPの関係を正確に整数倍にする必要はない。そこで、図1の実施例では最初に設定した 50

る。まず、モアレ量検出回路10の検出原理について述べる。対象物1に含まれる周期的パターンの典型として、図4、図5に示すようなパターン51が考えられる。このパターン51は、モアレの発生をシミュレートするために作成したパターンであり、白地の上に一辺の長さCの黒い微小な四角形(以下、黒升という)を2Cのピッチで配列している。2Cが周期的パターンのピッチである。このようなパターン51を撮像素子4で撮像したとする。52は、撮像素子4の画素である。この画素52の大きさを $P \times P$ としたとき(以後、Pを画素ピッチという)、図4は P が $(2n-1)C \leq P \leq 2nC$ の場合、図5は $2nC \leq P \leq (2n+1)C$ の場合である。但し、nは任意の整数($=1, 2, \dots$)である。

【0030】この場合、撮像素子4から出力される画像信号5の明度値Vは、次式(1)で表すことができる。

$$(1)$$

画素52の面積である。

【0031】この明度値Vを最大明度値 Z_m で正規化すると、次式(2)に示す値Dが得られる。

$$(2)$$

結像倍率をモアレが人間の目の検知限以下となるように微調整するようにしている。

【0034】撮像素子4に結像される対象物1の周期的パターンのピッチ2Cに対する撮像素子4の画素ピッチPの関係は、撮像素子4に対する対象物1の結像倍率、すなわちズームレンズ2の倍率を変えることにより制御できる。なお、図7において画素ピッチPが大きい方向は結像倍率が小さい方向に対応し、画素ピッチPが小さい方向は結像倍率が大きい方向に対応する。

【0035】図1におけるモアレ量検出回路10は、正規化回路11によって上述したデビエーション値Dを求め、シフトレジスタ12により連続する複数画素分、例えば $X=0 \sim 2C$ の位置に相当する区間の画像信号データを蓄え、これらの画像信号データについて最大値/最小値検出回路13によって最大値14と最小値15を求め、これらの差を減算器16によって求めることにより、モアレ量信号17を出力する。すなわち、図6から明らかなようにモアレが生じている部分では、2C以下の周期で明度が周期的に変化し、その変化量すなわち明度の最大値と最小値との差がモアレの量に対応して大きくなるので、上記のような処理によってモアレ量を検出することができる。

【0036】なお、図1のモアレ検出回路10では対象物1上の周期的パターンのピッチの縦横比が1:1、つまりx方向とy方向のピッチが等しい場合を想定して、x方向のモアレ量のみを検出しているが、y方向についてもモアレ量を検出するようにしてもよい。その場合、シフトレジスタ11にy方向に連続する複数画素分の画像信号データを蓄えるようにすればよい。また、自然画

像を対象とするTVカメラの場合は、対象物の周期的パターンがどのような方向性を持っているか、つまりモアレがどの方向に生じるかが不明であるため、x、y両方向についてモアレ量を検出することが望ましく、斜め方向についてもモアレ量を検出するとさらに有効である。

【0037】次に、本実施例における結像倍率制御の具体的な手順を説明する。図8は、本発明を欠陥検査装置に適用した場合、特に対象物1が繊維のような周期にばらつきのある周期的パターンを持つ検査対象物である場合に適した結像倍率制御の手順を示すフローチャートである。

【0038】まず、オペレータがコンソール23を介して検査対象物の種別を指定し、さらに視野サイズを設定すると(ステップS11)、システムコントローラ22は検査対象物の種別に対応してROM24から読み出したピッチ情報と視野サイズとに応じた結像倍率を設定する(ステップS12)。この結像倍率は、撮像素子4の画素ピッチ(P)が撮像素子4に結像される検査対象物上の基本的な周期パターンのピッチ(2C)の整数倍となる条件で、かつより解像度を高くして微細な欠陥の検出が可能となるように、できるだけ大きな倍率に設定される。これによりシステムコントローラ22からズームドライバ27に結像倍率制御信号25が供給され、ズームドライバ27によってズームレンズ2の倍率が設定される。次に、システムコントローラ22はモアレ量検出回路10から出力されるモアレ量信号17が設定値以下かどうか、つまりモアレ量が検知限かどうかを調べ(ステップS13)、検知限であれば結像倍率制御は終了する。

【0039】一方、ステップS13でモアレ量が検知限を越えている場合は、システムコントローラ22は結像倍率制御信号25を僅かに変化させることにより、ズームレンズ2の倍率を微小量小さくする(ステップS14)。すなわち、結像倍率を小さくなる方向にステップ的に微調整する。この後、システムコントローラ22はステップS13と同様にモアレ量が検知限かどうかを調べ(ステップS15)、検知限であれば結像倍率制御は終了する。また、ステップS15でもモアレ量が検知限を越えている場合は、微分回路18により検出されたモアレ量信号17の結像倍率の微調整に伴う変化分、つまり微分値19について、正負判定回路20で正か負か(または0か)を判定する(ステップS16)。

【0040】ここで、微分値19が正であることは図7においてデビエーション値Dが最適点である0の位置(例えば $P=2C$ 、 $4C$ 、…の位置)に対して右側の領域Bにあり、最適点から遠ざかる方向に向かっていることを意味し、微分値19が負であることはDが左側の領域Aにあり、最適点に向かっていることを意味する。また、微分値19が0であることはDが領域Aと領域Bの境界にあることを意味するが、この境界は最適点の場合

と最適点($P=C$ 、 $P=3C$ 、…の位置)の場合の両方がある。

【0041】ステップS16での判定の結果、微分値19が正の場合はステップS14に戻り、ステップS15でモアレが検知限と判定されるか、ステップS16で微分値19が負または0と判定されるまで結像倍率を一定微小量ずつ小さくする。すなわち、微分値19が正の場合、結像倍率を小さくしてゆくと、図6から分かるようにやがて微分値19が0または負となり、その後モアレ量が検知限にまで減少する。

【0042】そして、ステップS16での判定の結果、微分値19が負または0の場合は、モアレ量が検知限を越えている状態が予め定めた一定時間経過したかどうか、換言すればステップS13での結像倍率の微調整が予め定めた所定回数行われたかどうかを調べ(ステップS17)、一定時間以上経過すれば、ステップS12に戻って結像倍率の再設定を行う。この結像倍率の再設定に際しては、最初にステップS12で設定した結像倍率より小さく、しかも撮像素子4の画素ピッチPが撮像素子4に結像される検査対象物上の周期パターンのピッチ2Cの整数倍の条件を満たす範囲で結像倍率を設定する。例えば最初に設定された結像倍率が $P=2C$ に相当する値であったなら、 $P=4C$ に相当する値に再設定を行い、また最初に設定された結像倍率が $P=4C$ に相当する値の場合は $P=6C$ に相当する値となるように結像倍率の再設定を行う。

【0043】なお、このように再設定に際してより小さな結像倍率を設定する理由は、図7に示されるように最適点($P=2C$ 、 $4C$ 、 $6C$ 、…)の前後での結像倍率の微調整によるDの変化は、結像倍率が大きい領域(例えば $P=2C$)で大きく、結像倍率が小さい領域($P=4C$ 、 $6C$ 等)ほど小さいために、結像倍率の微調整によってモアレ量を検知限以下に追い込む操作が容易となるからである。

【0044】このように結像倍率を小さくしてゆくと、解像度が低下するために微細な欠陥に対する検出能力自体は低下するが、モアレが発生していると比較的大きな欠陥でもモアレとの区別が付かず検出不能となってしまうことを考えると、解像度が若干低下しても結像倍率を小さくしてモアレを低減させることが得策である。

【0045】そして、以後上記の処理を繰り返す。以上のような処理の結果、モアレ量が検知限になったところで収束する。次に、図9は本発明を放送用などのTVカメラに適用する場合の結像倍率制御の手順を示すフローチャートである。

【0046】まず、TVカメラの操作者(カメラマン)が手で撮影アングルを設定して結像倍率つまりズームレンズ2の倍率を設定すると(S21)、この状態でモアレ量検出回路10により検出されたモアレ量が検知限かどうかを判定する(ステップS22)。ここで、モア

レ量が検知限であれば結像倍率の微調整を行わず、結像倍率制御は終了する。

【0047】一方、モアレ量が検知限を越えている場合は、図8の場合と同様に結像倍率を一定微小量小さくした後、モアレ量が検知限かどうかを再び判定する(ステップS23~S24)。この判定の結果、モアレ量が検知限であれば結像倍率制御は終了し、検知限でない場合はモアレ量信号17の微分値19について、正負判定回路20で正か負か(または0か)を判定する(ステップS25)。

【0048】ステップS25での判定の結果、微分値19が負または0の場合はステップS23に戻り、ステップS24でモアレが検知限と判定されるか、ステップS25で微分値19が正と判定されるまで結像倍率を一定微小量ずつ小さくする。

【0049】次に、ステップS25での判定の結果、微分値19が正になると、逆に結像倍率を一定微小量大きくする(ステップS26)。そして、モアレ量が検知限かどうかを再び判定する。この判定の結果、モアレ量が検知限であれば結像倍率制御は終了し、検知限でない場合は、ステップS26に戻り、モアレ量が検知限となるまで結像倍率を一定微小量大きくする。

【0050】放送用TVカメラの場合、カメラマンが意図した撮影アングルをモアレ除去のために装置側で勝手に変更することは許されない。そこで、図9の例では図8の場合と異なり、結像倍率を小さくする方向に一定微小量ずつ調整していてもモアレ量が検知限にまで低下しない場合は、逆に結像倍率を大きくする方向に一定微小量ずつ大きくしてゆき、モアレ量を検知限以下に追い込むようにしている。すなわち、カメラマンが意図した撮影アングルに相当する結像倍率の近傍で結像倍率を微調整することにより、モアレを低減させるのである。なお、モアレ低減のための結像倍率の調整量は極めて僅かでよいから、この調整によりアングルが変化して見えることはない。

【0051】自然画像を撮像するTVカメラにおいて、前述したようにモアレ量の検出をx方向、y方向および斜め方向のような複数の方向について行った場合、全ての方向のモアレ量が検知限以下となるように上述した結像倍率制御を行うことが理想であるが、それが不可能な場合は視覚上目立つ方向(例えばx方向)のモアレ量を優先的に低減させるように結像倍率制御を行うことも有効である。

【0052】次に、本発明の他の実施例を説明する。図1の実施例では、結像倍率可変機構としてズームレンズ2を用いたが、結像倍率可変機構はこれに限られず、例えば図10または図11に示すような構成としてもよい。

【0053】図10は、カメラ部3を光軸方向(撮像素子4の結像面に直角な方向)に移動させるカメラ移動機

構72を設け、図1のシステムコントローラ22から結像倍率制御信号74によってカメラ移動機構72を制御することにより、結像倍率制御を行うようにしたものである。但し、カメラ部3を光軸方向に移動させると撮像素子4に対する焦点がずれる。そこで、システムコントローラ22から結像倍率制御信号74と対応して変化する焦点制御信号73を撮像レンズ71に送出して、撮像レンズ71と撮像素子4との距離をカメラ移動機構72の移動に連動させて変化させる構成にしている。この場合、撮像レンズ71としては例えばモータを用いて電気的制御により焦点調節が可能なレンズが用いられる。

【0054】図11(a)は、カメラ部3内の撮像素子4に対象物の像を結像するための結像光学系として、焦点距離の異なる複数の撮像レンズ82を有するレンズ交換系81を用い、一つの撮像レンズ82を図11(b)または(c)のような構成により撮像素子4の入射光路に選択的に挿入することで、結像倍率を可変するようにしたものである。図11(b)は、複数の撮像レンズ82を回転円板83上に円周方向に沿って配設し、円板83を矢印方向に回転させることで一つの撮像レンズを選択するようにしたりボルバ式の結像倍率可変機構である。また、図11(c)は平行移動する支持板84上に複数の撮像レンズ82を配設し、支持板84を矢印方向に移動させることで一つの撮像レンズを選択するようにしたりニア式の結像倍率可変機構である。

【0055】また、結像倍率可変機構として、図1中に示したズームレンズ2、図10中に示したカメラ移動機構72および図11に示したレンズ交換系81を用途に応じて選択したり、任意の組み合わせで二つ以上併用することも可能である。例えば、ズームレンズは基本的に焦点を変化させずに倍率を可変するので、本発明における結像倍率可変機構として都合がよいが、反面、レンズ構成が複雑で、明るさも低下し、収差も一般的に大きいと考えられる。図10に示した構成によれば、このようなズームレンズを用いた場合のデメリットは解消される。一方、カメラ移動機構72は可変範囲を大きくすると機構が大掛かりとなるが、ズームレンズ2とカメラ移動機構72を併用すれば、この欠点が解消されると共に、ズームレンズ2として倍率可変範囲の狭いものを使用できるので、ズームレンズの持つ欠点が緩和される。

【0056】なお、図11のように撮像レンズを選択する結像倍率可変機構では、結像倍率の細かな調整はできないが、対象物が周期的パターン(例えば格子状)の場合には、結像倍率の細かな調整が不要と考えられるので、このような段階的な結像倍率可変機構でもよい。

【0057】次に、対象物1が周期的パターンのピッチの縦横比が1:1でない場合について説明する。繊維や液晶パネルのような対象物に含まれる周期的パターンは、図4および図5に示したように縦横のピッチが等し

いは限らず、縦横のピッチが異なる場合も多い。ズームレンズをはじめとする上述した結像倍率可変機構は、結像倍率を縦横同じ比率で可変するものであるため、対象物に含まれる周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:1でない場合、撮像素子4から出力される画像信号上で周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:1となるように、換言すれば撮像素子4に結像される像の1画素当たりの縦横比が1:1となるように補正する必要がある。図12および図13は、このような縦横比補正機構の例を示す図である。

【0058】図12は、撮像素子4が一次元アレイセンサの場合の例であり、対象物1の像は撮像レンズ91によって撮像素子4に結像される。対象物1は図のように長尺なシート状であり、ローラ等を用いて構成された移送機構92によって矢印yで示す方向（副走査方向）に移送される。移送機構92は、図1のシステムコントローラ22からの副走査同期信号94に従った速度（副走査速度）で対象物1を移送させるように駆動される。一方、撮像素子4は走査駆動回路93によって矢印xで示すセンサの配列方向（主走査方向）に走査され、この主走査に伴って画像信号をシリアルに出力する。主走査の周期は、システムコントローラ22からの主走査同期信号95によって制御される。

【0059】ここで、対象物1上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比がN:1の場合（Nは1を超える正の数）、上記副走査速度を縦横比が1:1の場合のN倍にするか、または主走査周期を1/Nとする。こうすると、例えばNが2の場合、対象物1が副走査方向に2画素分の距離移送される間に撮像素子4の1周期の主走査が終了する。これにより撮像素子4から出力される画像信号上で周期的パターン（ピッチ）の縦横比、すなわち撮像素子4に結像される像の1画素当たりの縦横比は1:1となる。

【0060】図13は、撮像素子4が2次元アレイセンサの場合の例であり、対象物1の像は凸レンズ101とシリンドリカルレンズ102によって撮像素子4上に結像され、シリンドリカルレンズ102により1画素当たりの縦横比が補正される。

【0061】すなわち、対象物1上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:Nの場合（Nは1を超える正の数）、シリンドリカルレンズ102の軸を図のようにy方向に向けると、撮像素子4上に結像される像はx方向に圧縮されるので、シリンドリカルレンズ102の曲率を適当に選ぶことにより、撮像素子4上に結像される像の1画素当たりの縦横比は1:1に補正される。また、逆に対象物1上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比がN:1の場合（Nは1を超える正の数）、シリンドリカルレンズ102の軸をx方向に向けると、撮像素子4上に結像される像はy方向に圧縮されるので、同様にシリンドリカルレンズ102の曲率を適当に選ぶことによ

り、撮像素子4上に結像される像の1画素当たりの縦横比は1:1に補正される。

【0062】このような縦横比補正機構を図1の撮像装置に組み合わせることで、対象物1上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:1でない場合でも、前述したモアレ量の検出を行うことができる。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による撮像装置は周期的パターンを有する対象物をモアレを除去しつつ高精細に撮像することができ、欠陥検査装置や放送用などのTVカメラに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る撮像装置の構成を示すブロック図

【図2】図1における主要部をソフトウェア処理で実現する場合のブロック図

【図3】図1における画像処理回路の具体的な構成例を示すブロック図

【図4】本発明におけるモアレのシミュレートに用いた周期的パターンと撮像素子の画素との関係の一例を示す図

【図5】本発明におけるモアレのシミュレートに用いた周期的パターンと撮像素子の画素との関係の他の例を示す図

【図6】図4および図5の周期的パターンを種々の画素ピッチで撮像した場合の画素の位置変化に伴うデビエーション値の変化を示す図

【図7】図6において画素位置を固定して画素ピッチを変化させた場合のデビエーション値の変化を示す図

【図8】同実施例における結像倍率制御の手順の一例を示すフローチャート

【図9】同実施例における結像倍率制御の手順の他の例を示すフローチャート

【図10】本発明における結像倍率可変機構の他の例を示す図

【図11】本発明における結像倍率可変機構のさらに別の例を示す図

【図12】本発明において対象物上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:1でない場合の撮像光学系に設けられる縦横比補正機構の構成例を示す図

【図13】本発明において対象物上の周期的パターン（ピッチ）の縦横比が1:1でない場合の撮像光学系に設けられる縦横比補正機構の他の構成例を示す図

【符号の説明】

- | | |
|----------|-------------|
| 1…対象物 | 2…ズームレンズ |
| 3…カメラ部 | 4…撮像素子 |
| 5…画像信号 | 6…アンプ |
| 7…A/D変換器 | 8…画像処理回路 |
| 9…表示部 | 10…モアレ量検出回路 |

11…正規化回路
スタ

13…最大値/最小値検出回路

15…最小値

号

18…微分回路

20…正負判定回路

果

22…システムコントローラ

24…ROM

12…シフトレジ

14…最大値

17…モアレ量信

19…微分値

21…正負判定結

23…コンソール

25…結像倍率制 10

御信号

26…モニタ回路

イバ

51…周期的パターン

71…撮像レンズ

機構

73…焦点制御信号

御信号

81…レンズ交換系

27…ズームドラ

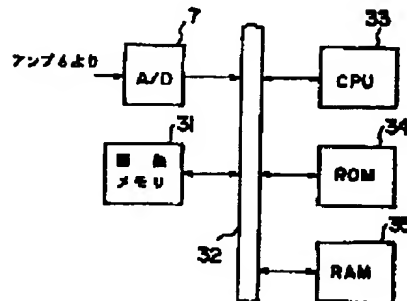
52…画素

72…カメラ移動

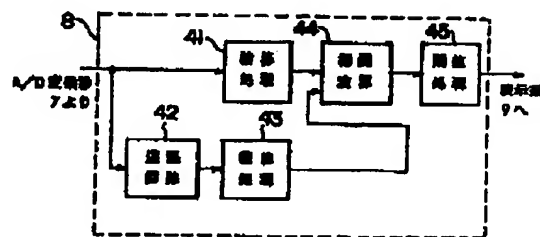
74…結像位置制

82…撮像レンズ

【図2】

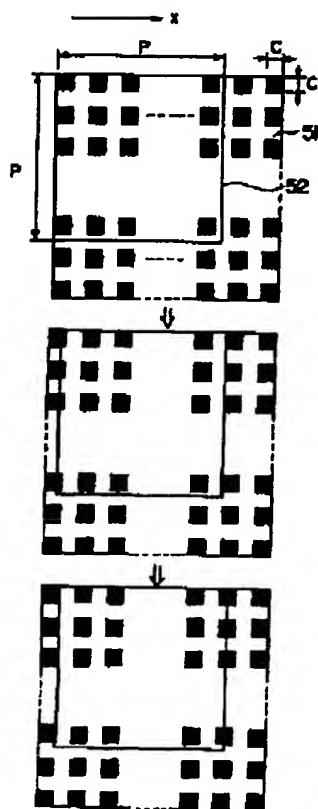


【図3】

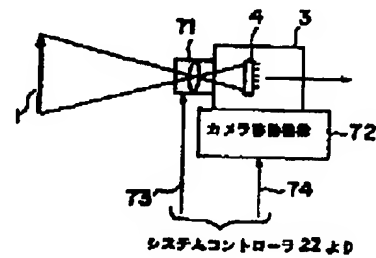
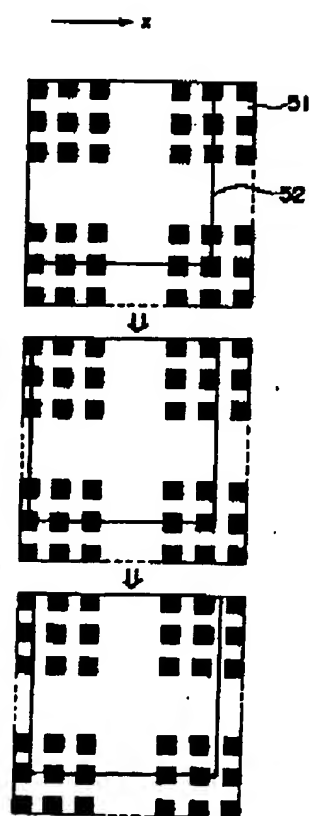


【図10】

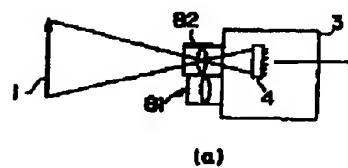
【図4】



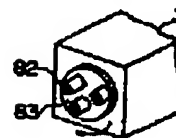
【図5】



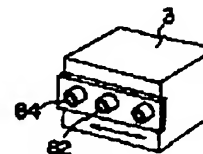
【図11】



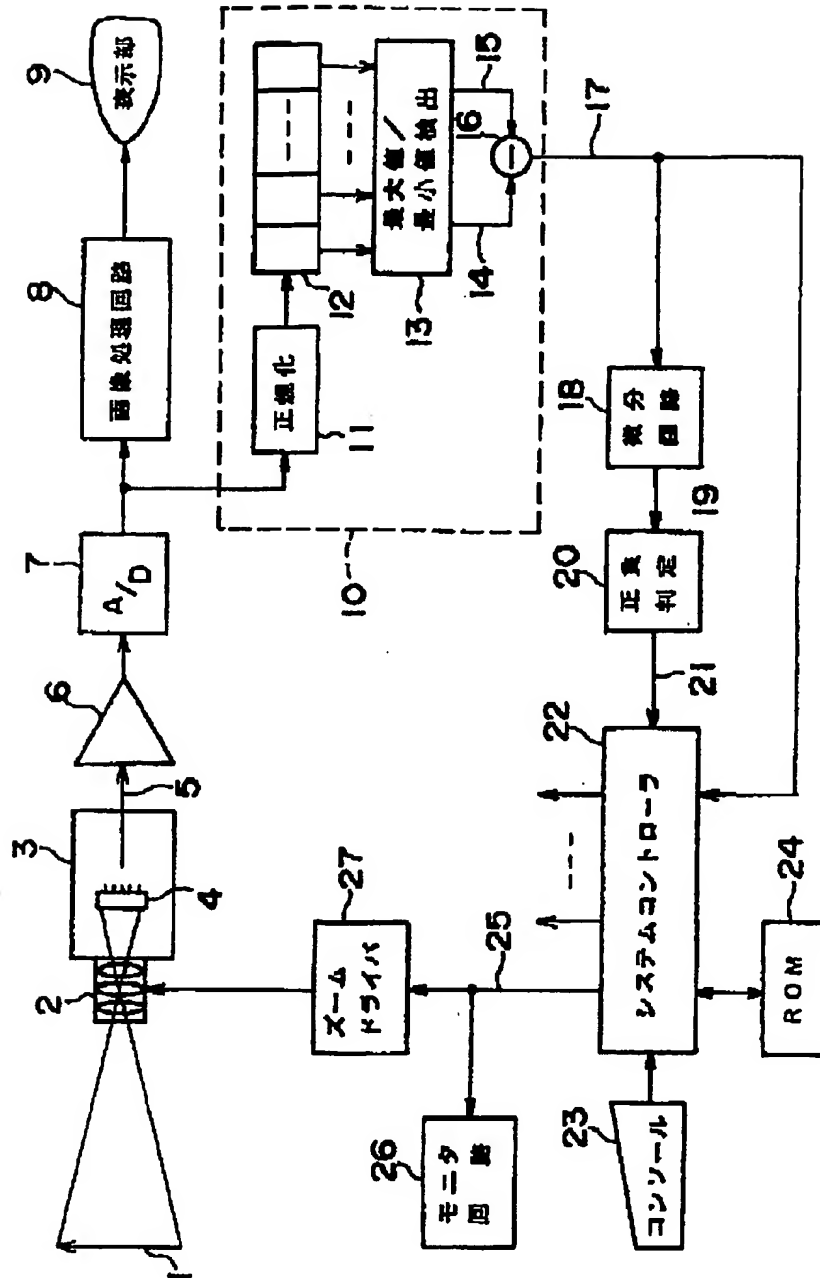
(b)



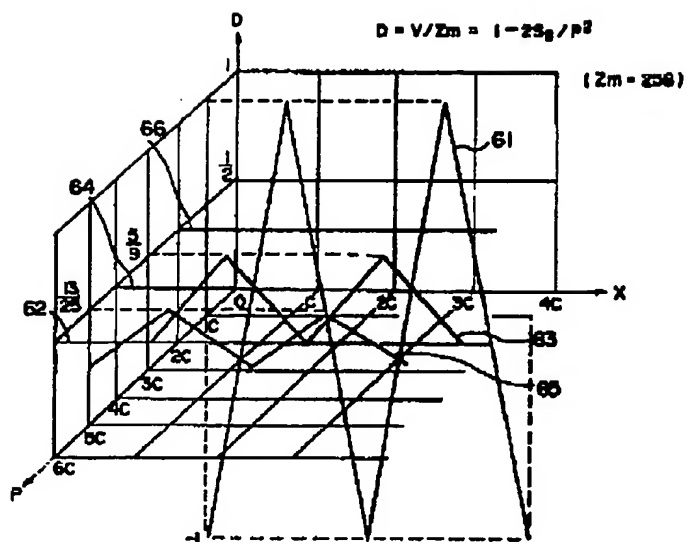
(c)



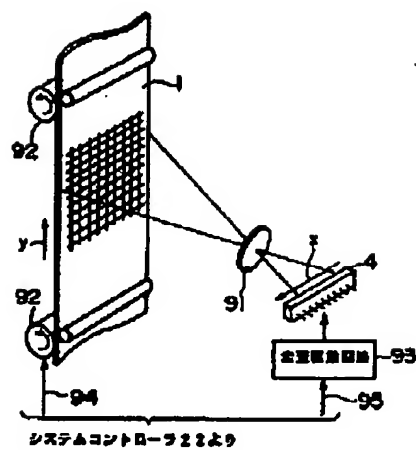
【図1】



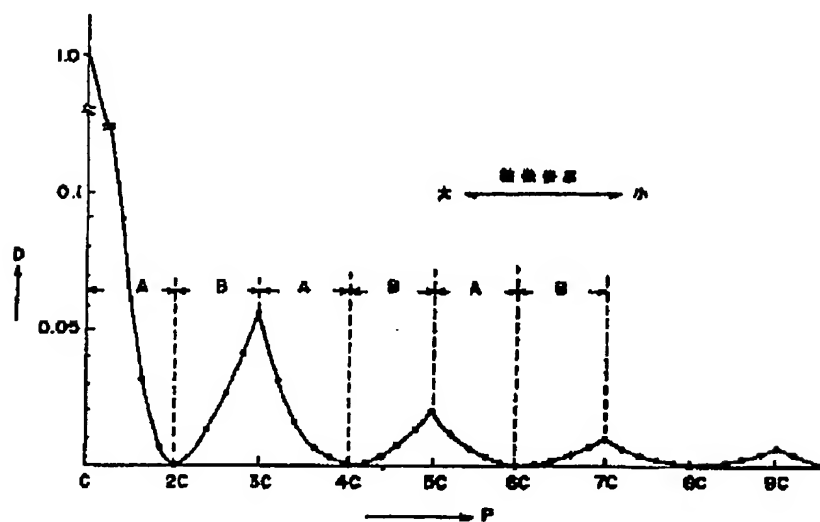
【圖 6】



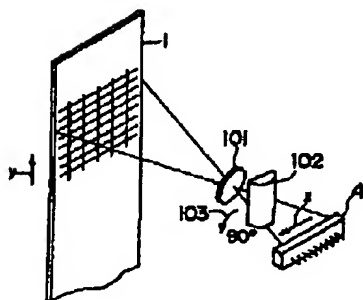
【图 12】



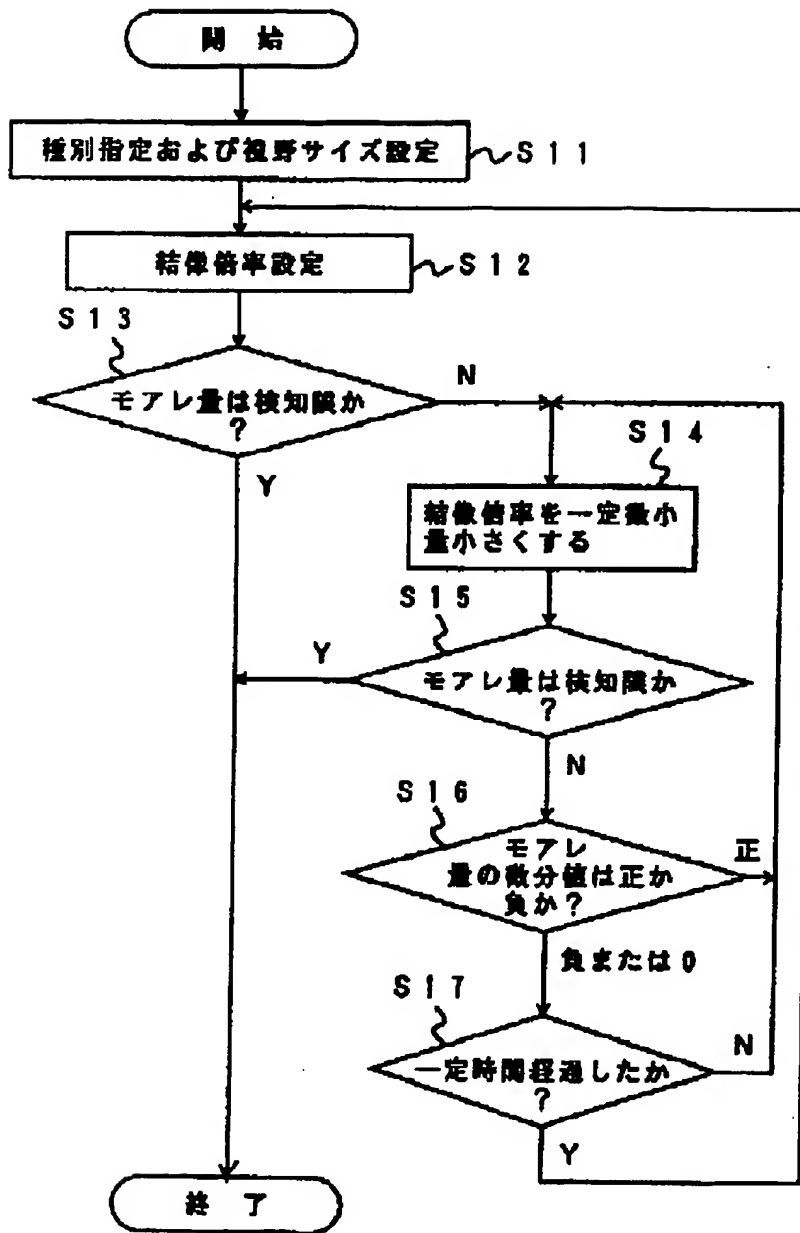
【图7】



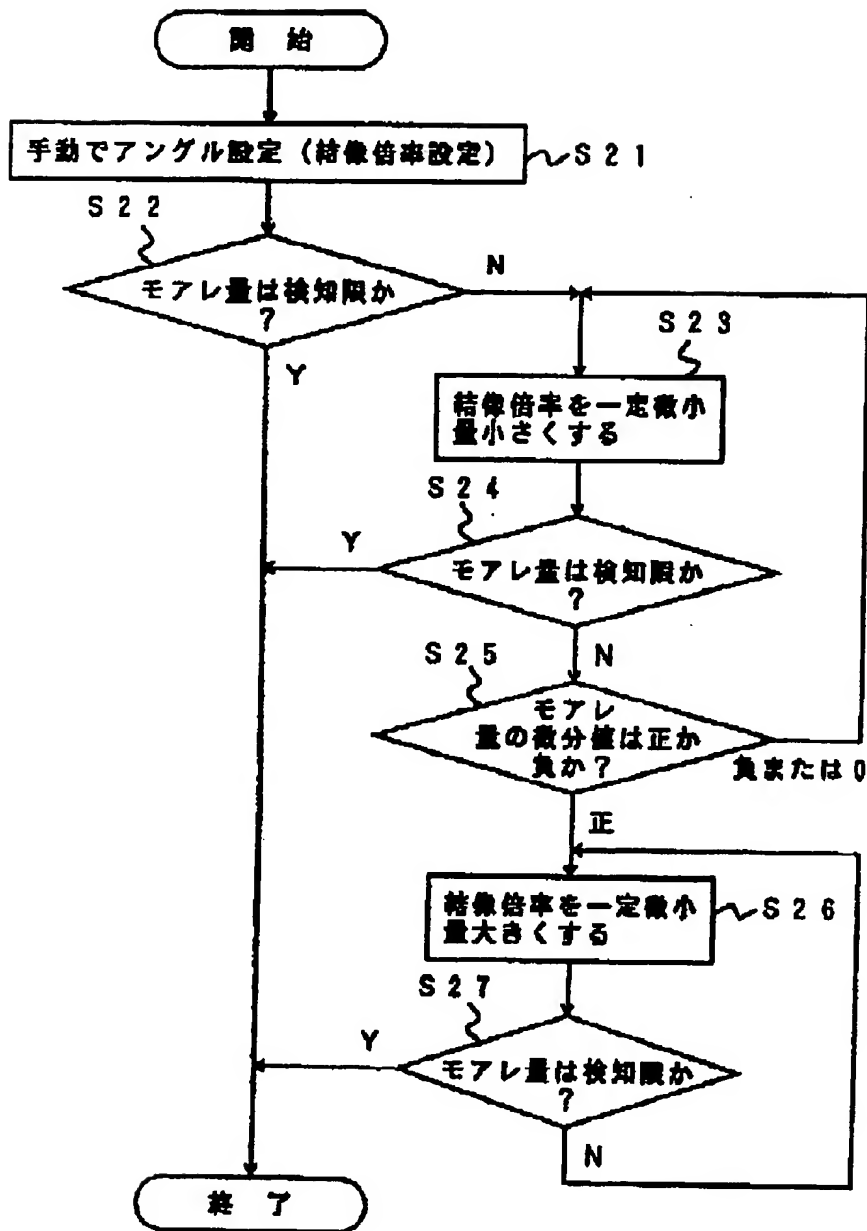
【圖 13】



【図8】



[図9]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.